

Kiertotalous tuo Suomen prosessiteollisuudelle uusia liiketoimintamahdollisuuksia

-tarvitaan yhteinen strategia kilpailuedun saavuttamiseksi

Metsä-, kemia-, metalli- ja kaivannaisteollisuus ja niihin liittyvä osaaminen ovat yhä avainasemassa määriteltäessä tulevaisuuden Suomen kilpailukykyä, koska prosessiteollisuuden tuotteet vastaavat edelleen lähes kahta kolmannesta Suomen vientituloista. Kiertotalouden ja biotalouden kasvavien trendien myötä prosessiteollisuus pyrkii myös entistä innokkaammin käyttämään kotimaisia raaka-aineita. Tulevaisuuden haasteena on uudistaa perinteiseen osaamis pohjaan perustuva kokemusperäinen tieto ja luoda uusia läpimurtoja modernin tietotekniikan avulla.

Prosessialojen osaaminen on synnyttänyt uutta palvelu-, laitos- ja laitevientiä, joka kohdistuu sekä teollisuuden että yhdyskuntien cleantech-infrastruktuuriin (energia- ja vesihuoltoon sekä eri aloilla sovellettavaan ympäristötekniikkaan). Perinteiseen suomalaisen osaamiseen perustuen voidaan myös jatkojalostaa ulkomaisia raaka-aineita sekä sekundäärisiä raaka-aineita käytettäväksi uusiin high-tech-tuotteisiin, tyypillisenä ajankohtaisena esimerkkinä akkumetallit ja kemikaalit. Suomalaisen teknologia- ja tiedeosaamisen kehittämisen kannalta runsaasti mahdollisuuksia syntyy juuri prosessi- ja cleantech-osaamisen pohjalle. Keskeiset tulevaisuuden megatrendit kierto- ja biotalous tarjoavat tarpeellisen kasvualustan tämän osaamisen uudistamiselle, kun sekundääriraaka-aineiden käyttö lisääntyy, prosessikiertoja suljetaan yhä tiiviimmin, sivuvirrat hyödynnetään teollisissa symbiooseissa ja päästöjä vähennetään entisestään.

Uudet puhtaat teknologiat vaativat kuitenkin innovatiivisia läpimurtoja, joita voidaan kehittää paitsi kokeellisissa tutkimushankkeissa myös uuden tietotekniikan ja keinoälyratkaisujen avulla. Avainasemassa tässä on osaaminen, osaamisen kehittäminen ja sen uudelleen soveltaminen tämän päivän haasteisiin. Suomessa on oltu kansainvälisesti eturintamassa kehittämässä syvällistä digitaalista osaamista prosessiteollisuuden tarpeisiin. Teollisuuden ja insinööritoimistojen menestyksen lisäksi myös tutkimuksessa on tehty paljon: esimerkkeinä voinee mainita yliopistoissa (mm. Aalto, Åbo Akademi), VTT:llä sekä alan yrityksissä kehitetyt ohjelmistotuotteet (Flowbat, Balas, ChemSheet; Fortumin ja VTT:n Apros; Outotecin HSC-ohjelmisto ja Nesteen Flowbat/Napcon-järjestelmä, Valmetin SteaMax). Kaikissa näissä ohjelmistoissa on jo varhain - usein ensimmäisenä maailmassa - sisäänrakennettu ajatus siitä, että prosesseissa esiintyvät ilmiöt voidaan digitalisoida ja tätä osaamista hyödyntää tieteellisesti ja teknisesti hyvin vaativien ongelmien ratkaisuun.

Erityisesti kemiallinen termodynamiikka on systemaattisuutensa ja yleispätevyytensä ansiosta kehittynyt uudeksi laskennallisen tieteen sovellusalueeksi samalla kun sen avulla on toteutettu merkittäviä teollisia parannuksia. Tällä alueella maailman johtavaksi kohonneen suomalaisen osaamisen avulla on monissa erillisissä prosessiyksiköissä raaka-aine ja energiatehokkuus parantunut harppauksittain (jopa kymmenillä prosenteilla tuoteyksikköä kohti)¹ ja samalla teollisten toimijoiden kilpailukyky kansainvälisillä markkinoilla on parantunut. Tämä näkyy suomalaisten teknologiayritysten ja laitostoimittajien vahvana asemana kansainvälisillä markkinoilla.

Toimivien mallien taustalla on syvälinen prosessiyymmärtämys. Lähivuosien kansallisena haasteena on löytää ne tavat, joilla viime vuosikymmeninä kehitetty, usein piilevänä esiintyvä prosessi- ja mallinnusosaaminen voidaan uusintaa ja kehittää sitä edelleen tulevaisuuden kiertotalouden edellyttämällä tavalla. Esim. SITRA:n mukaan älykkäät ratkaisut ja digitalisaatio ovat kiertotalouden keskiössä². Tietoteknisiä menetelmiä tarvitaan erityisesti prosessien ilmiöhallinnan kytkemisessä

elinkaariajatteluun kestäväällä tavalla ja yhdenmukaisten standardien luomiseksi taloudellisesti kannattavan kiertotalouden pohjaksi.

Suomen Akatemian Strategisen tutkimuksen neuvoston rahoittamassa CloseLoop-hankkeessa tehdyssä tutkimuksessa suomalaista simulointiosaamista on käytetty uusien akkumetallien (litium, koboltti, nikkeli) kierrätysmenetelmien arviointiin. Tutkimuksessa on todettu kaksi keskeistä ongelmaa, jotka vaikeuttavat sekä akkumetallien että muiden high-tech-sovelluksissa käytettyjen teknisten metallien kierrätystä. Akut samoin kuin muut uuden teknologian tuotteet suunnitellaan edelleen tähdäten ennen kaikkea niiden suorituskykyyn käyttösovelluksissa, jolloin jätetään usein vähälle huomiolle tehokkaan kierrätyksen edellyttämä dimensioiden ja ainesisällön standardointi sekä tehokkaan käsittelyn edellyttämät tunnisteet. Toisaalta kierrätyksen onnistuminen edellyttää myös tuotteiden rakenteiden ja koostumuksen suunnittelua kierrätystekniikoita silmällä pitäen. Niiden tulee mahdollistaa arvoaineiden talteen saanti hyvällä saannolla ja riittävän puhtaina ilman tarpeettomia prosessien hajavirtoihin menetettyjä häviöitä. Tärkeää on myös, että käytetään metalleja joiden raaka-ainevarat eivät ole niukat tai uhkaa loppua.

Hyvän esimerkin valmistusstandardien ja kierrätystekniikoiden vaatiman suunnittelun puuttumisesta tarjoaa CloseLoop -projektissa vastikään julkaistut tutkimukset^{3,4}. Aalto-yliopiston johdolla suoritettussa työssä⁴ tutkittiin yleisesti sovellettuja varauksenpurkumenetelmiä, jotta akkujen varastointi, kuljetus ja myöhempi metallurginen kierrättäminen mahdollistuu. Tutkimuksen johtopäätöksenä jouduttiin toteamaan, että vaikka sähkökemian perustuva varauksenpurkumenetelmä osana kierrätysprosessia on teknisenä konseptina mielekäs, sen toteuttamista estää kaupallisessa käytössä olevien paristojen rakenne ja monenkirjavuus.

Sähkökemiallinen kierrätyskäsittely edellyttäisi paristokennojen rakenteellista standardointia ja käsittelyprosessin kannalta termodynaamisesti mielekkäiden johde- ja rakennemateriaalien käyttöä. Vastaava huomio on yleistettävissä myös muiden vaihtoehtoisten kierrätystekniikoiden toteutettavuudelle, kun kriteerinä käytetään kriittisten akkumetallien talteen saantia niiden uudelleenkäyttöä varten.

Toimenpide-ehdotukset

- Vahvistetaan kemiallis-termodynaamisen ilmiötason hallinnan kytkemistä kiertotalouden syklien suunnitteluun ja toteuttamiseen tukemalla erityisesti tietotekniikkaan perustuvien simulointi- ja analyysijärjestelmien kehittämistä ja tutkimusta
- Vahvistetaan kemiallis-termodynaamista perusosaamista tukemalla kokeellista tutkimusta uusille sekundäärisille raaka-aine virroille, jotta saadaan todellista dataa tietotekniikkaan perustuvien järjestelmien käyttöön ja validointiin.
- Panostetaan keinoälyn, lohkoketjujen ym. kehittyneiden digitaalisten teknologioiden soveltamiseen kiertotalousprosessien ymmärtämisessä ja hallinnassa
- Tuetaan yhteistyötä kokeellisen tutkimuksen ja tietotekniikkaan perustuvan kehitystyön välillä
- Edistetään EU-tasolla akkujen ym. teknisten tuotteiden standardointia, niiden koostumuksen dokumentointia ja kiertotaloutta edistävien tunnisteiden ja seurantajärjestelmien käyttöönottoa
- Selvitetään alan osaamis- ja koulutustarpeet koko arvoketjussa tuote- ja prosessisuunnittelusta käyttösovellusten kautta kierrätykseen ja uudelleenkäyttöön

1. KEMIA 5/2014, 58-61
2. L. Järvinen, M. Kahra, D. Kaufmann, S. Laine, H. Mattila, A. Mänty, M. Pantsar, J. Peljo ja H. Sorasahi. UHRI, SOPEUTUJA VAI RATKAISUJEN TARJOAJA? - Suomen mahdolliset roolit globaalissa kestävyyskriisissä, Sitra muistio 2017. <https://www.sitra.fi/julkaisut/uhri-sopeutuja-vai-ratkaisujen-tarjoaja/>
3. R.F. van Schalkwyk, M.A. Reuter, J. Gutzmer, M. Stelter. Challenges of digitalizing the circular economy: Assessment of the state-of-the-art of metallurgical carrier metal platform for lead and its associated technology elements. Journal of Cleaner Production, 186 (2018) 585-601. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.111>
4. Ojanen, M. Lundström, A. Santasalo-Aarnio, R. Serna-Guerrero. Challenging the concept of electrochemical discharge using salt solutions for lithium-ion batteries recycling, Waste Management (2018). <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.03.045>

Kirjoittajat:

Pertti Koukkari, Mari Lundström, Minna Lammi, Pertti Kauranen

Tausta-aineisto:

Rodrigo Serna, Markus Reuter

CloseLoop-projekti

Korkean jalostusarvon materiaalit suljetussa raaka-ainekierrossa (CloseLoop)

Hiilineutraaliin talouteen siirtyminen edellyttää raaka-aineiden kulutuksen pienentämistä koko yhteiskunnassa. Kiertotalouden mallien hyödyntäminen on yksi tapa siirryttäessä resurssien tarkempaan käyttöön. Nämä mallit ja uudet läpimurrot ovat erityisesti ICT-, energia-, liikenne- ja hyvinvointisektoreilla tarpeen, koska näiden alojen tulevaisuuden teknologiat pohjautuvat usein erittäin monimutkaisiin materiaaleihin.

Projektissa (CloseLoop) keskitytään korkean jalostusarvon teknologioiden materiaalikäyttöön ja niiden tekemiseen entistä tehokkaammiksi. Aalto-yliopiston, VTT:n ja Helsingin yliopiston Kuluttajatutkimuskeskuksen yhteisessä hankkeessa tutkitaan ratkaisukeskeisesti suljettujen materiaalikierrojen teknologioita, kiertotalouden uusia liiketoimintamalleja ja kuluttajien toimintaa muuttuvassa kiertotaloudessa. Haluamme tehdä korkean jalostusarvon teknologioiden kiertotalousosaamisesta yhden Suomen tulevaisuuden taloudellisista keihäänkärjistä. Tutkimushanke on osa Suomen akatemian ohjelmaa Ilmastoneutraali ja resurssiniukka Suomi. Hanketta rahoittaa [Strategisen tutkimuksen neuvosto](#) 3.6 miljoonalla eurolla vuosina 2016-19.

www.closeloop.fi <https://twitter.com/CloseLoopTeam> <https://www.facebook.com/CloseLoopTeam/>